

## BOBBIN FOR WINDING OPTICAL FIBER

Publication number: JP6239536

Publication date: 1994-08-30

Inventor: KOIDE TOSHIO; SUZUKI RYOJI; TAKAHASHI KOICHI

Applicant: FUJIKURA LTD

Classification:

- International: B65H75/14; G02B6/00; B65H75/04; G02B6/00; (IPC1-7): B65H75/14; G02B6/00

- european:

Application number: JP19930048805 19930216

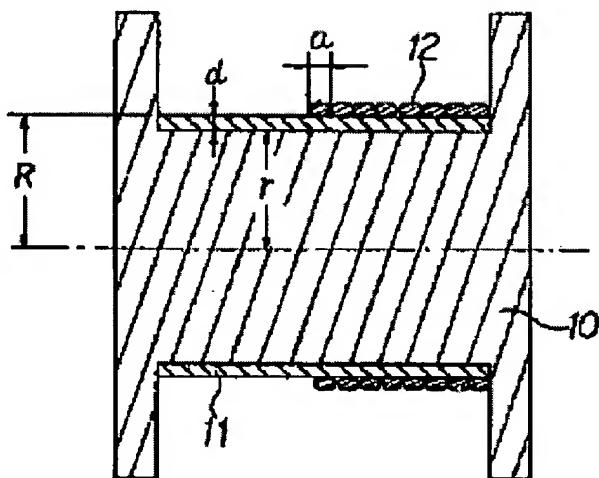
Priority number(s): JP19930048805 19930216

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP6239536

PURPOSE: To reliably prevent collapse of winding of an optical fiber wound around a bobbin when a temperature change in a specified range allowable during conveyance is produced by covering the winding barrel of a bobbin with a resilient cylinder material having the coefficient thermal expansion by which a specified formula is satisfied.

CONSTITUTION: A bobbin for winding an optical fiber used for winding of an optical fiber 12 for storage and conveyance has a winding barrel 10 covered with a resilient cylinder material 12 having the coefficient of thermal expansion satisfying an undermentioned formula. The formula is  $r(1-10k_1)+d(1-10k_2) > \{R/(1+T/SE_3)\}(1-10k_3)$ . In the formula, R is equal  $\{(r+d)+[(r+d)^2-4T/aX(r/E_1+d/E_2)]\}^{1/2}$  and r, k<sub>1</sub>, and E<sub>1</sub> are the radius, the coefficient of thermal expansion, the Young's modulus, respectively, of the winding barrel 10, and (a), k<sub>3</sub>, E<sub>3</sub>, S and T are the width the coefficient of thermal expansion, the Young's modulus, the sectional area, and the winding tension, respectively, of the optical fiber 12.



---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-239536

(43)公開日 平成6年(1994)8月30日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup> B 65 H 75/14 G 02 B 6/00	識別記号 庁内整理番号 Z 7030-3F 336 6920-2K	F I	技術表示箇所
---	---	-----	--------

審査請求 未請求 請求項の数1 FD (全4頁)

(21)出願番号 特願平5-48805	(71)出願人 株式会社フジクラ 東京都江東区木場1丁目5番1号
(22)出願日 平成5年(1993)2月16日	(72)発明者 小出年男 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ佐倉工場内
	(72)発明者 鈴木亮二 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ佐倉工場内
	(72)発明者 高橋浩一 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ佐倉工場内
	(74)代理人 弁理士 来住洋三

(54)【発明の名称】光ファイバの巻取用ボビン

(57)【要約】 (修正有)

【目的】ボビンに巻かれた光ファイバがその保管、搬送中一定の範囲内での温度変化に対して、上記光ファイバの巻崩れを確実に防止することを目的とする。

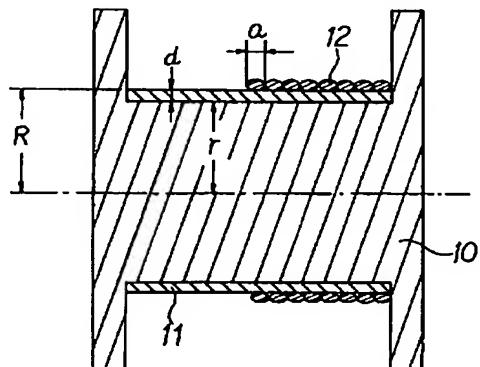
【構成】ボビンの巻洞を弾性円筒材で被覆し、前記弾性円筒材の材料をその熱膨張率K<sub>1</sub>が次の式を満たすものとした光ファイバの巻取用ボビン。

$$r(1 - 10k_1) + d(1 - 10k_2) > \{R / (1 + T / SE_s)\} (1 - 10k_3).$$

ただし、上記Rは次の式を満足する値とする。

$$R = [(r+d) + \sqrt{(r+d)^2 - 4T / \epsilon \times (r/E_1 + d/E_2)}] / 2$$

なお、rは巻洞の半径、k<sub>1</sub>は巻洞の熱膨張率、E<sub>1</sub>は巻洞のヤング率、dは弾性円筒材の厚さ、k<sub>2</sub>は弾性円筒材の熱膨張率、E<sub>2</sub>は弾性円筒材のヤング率、aは線状体の(光ファイバ素線)の幅、k<sub>3</sub>は線状体の熱膨張率、E<sub>3</sub>は線状体のヤング率、Sは線状体の断面積、Tは線状体の巻き張力。



1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】ボビンの巻洞を弾性円筒材で被覆し、

上記弾性円筒材の材料をその熱膨張率 $k_1$ が次の式を満 \*

$$r (1 - 10 k_1) + d (1 - 10 k_2) >$$

\*足するものとした光ファイバ巻取用ボビン。

【数 1】

$$\{R / (1 + T / S E_s)\} (1 - 10 k_3) .$$

ただし、上記Rは次の式を満足する値とする。 \*\*\* 【数 2】

$$R = ((r + d) + \sqrt{(r + d)^2 - 4 T / a \times (r / E_1 + d / E_2)}) / 2 .$$

また、上記式の各記号はそれぞれ次のとおりである。

 $r$  : 巾洞の半径 (mm) 、 $k_1$  : 巾洞の熱膨張率 ( $1/^\circ\text{C}$ ) 、 $E_1$  : 巾洞のヤング率 ( $\text{g/mm}^2$ ) 、 $d$  : ボビンに巻かれた弾性円筒材の厚さ (mm) 、 $k_2$  : ボビンに巻かれた弾性円筒材の熱膨張率 ( $1/^\circ\text{C}$ ) 、 $E_2$  : ボビンに巻かれた弾性円筒材のヤング率 ( $\text{g/mm}^2$ ) 、 $a$  : 線状体 (光ファイバ素線) の幅 (mm) 、 $k_3$  : 線状体の熱膨張率 ( $1/^\circ\text{C}$ ) 、 $E_s$  : 線状体のヤング率 ( $\text{g/mm}^2$ ) 、 $S$  : 線状体の断面積 ( $\text{mm}^2$ ) 、 $T$  : 線状体の巻き張力 (g) 、

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は光ファイバを巻取って保管、搬送するために用いられるボビンに関するものであり、保管、搬送中に許容される一定の範囲での温度変化に対して、ボビンに巻かれた光ファイバの巻き崩れを確実に防止することができるものである。

## 【0002】

【従来の技術】光ファイバ巻取用ボビンの巻洞は通常プラスチック製、或いは金属製であり、これらに比して熱膨張率が極めて小さい光ファイバが所定の巻付け力で巻取られる。光ファイバの巻取り時に光ファイバに掛けられる張力は弱過ぎると保管、搬送時の温度変化による巻緩み及び搬送時の振動によって巻崩れを生じ、反対に上記張力が強いほどボビンに巻いたままで行なわれる光ファイバの伝送損失試験の測定値が光ファイバ本来の伝送損失よりも大きい値になり、このために伝送損失試験に★

$$r (1 - 10 k_1) + d (1 - 10 k_2) >$$

$$\{R / (1 + T / S E_s)\} (1 - 10 k_3) .$$

ただし、上記Rは次の式を満足する値とする。 ☆☆【数 4】

$$R = ((r + d) + \sqrt{(r + d)^2 - 4 T / a \times (r / E_1 + d / E_s)}) / 2 .$$

上記式の各記号はそれぞれ次のとおりである。

 $r$  : 巾洞の半径 (mm) 、  $k_1$  : 巾洞の熱膨張率 ( $1/^\circ\text{C}$ ) 、  $E_1$  : 巾洞のヤング率 ( $\text{g/mm}^2$ ) 、  $d$  : ボビンに巻かれた弾性円筒材の厚さ (mm) 、  $k_2$  : ボビンに巻かれた弾性円筒材の熱膨張率 ( $1/^\circ\text{C}$ ) 、  $E_s$  : ボビンに巻かれた弾性円筒材のヤング率 ( $\text{g/mm}^2$ ) 、

★よる不良品となる可能性が増大する。従来は相反する上記の両面の兼ね合いを図るために、伝送損失試験結果を可及的に本来の伝送損失結果に近付けるべく、巻崩れを生じない限度においてできるだけ巻取り時の光ファイバの巻付け力 (光ファイバに掛ける張力) を小さくしている。しかし、温度変化に伴う巻洞と光ファイバの熱収縮の差による巻緩みを考慮して、伝送損失試験の結果をある程度犠牲にしながら上記の巻緩みを見込んだ強さの巻付け力をもって巻取らざるを得ない。この巻緩みは巻取り時の温度に比して使用時 (搬送時、伝送損失試験時等) の温度が低く、光ファイバの収縮に比べて巻洞が大きく収縮して巻洞による光ファイバに対する半径方向外方への支持力が失われることによって生じるものであるから、これを防止するためには巻洞による上記支持力の消滅を他の手段によって補う外はない。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明は温度変化を考慮することによる巻取り時の光ファイバの巻付け力の増分を小さくして可及的に伝送損失試験における伝送損失を小さくすることを目的とし、温度変化による光ファイバの巻緩みを可及的に小さくすることをその課題とするものである。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】上記課題解決のために講じた手段は次の要素 (イ)、(ロ) によって構成されるものである。

- (イ) ボビンの巻洞を弾性円筒材で被覆させたこと、
- (ロ) 上記弾性円筒材の材料をその熱膨張率 $k_1$ が次の式を満足するものとしたこと。

## 【数 3】

$$r (1 - 10 k_1) + d (1 - 10 k_2) >$$

$$\{R / (1 + T / S E_s)\} (1 - 10 k_3) .$$

ただし、上記Rは次の式を満足する値とする。 ☆☆【数 4】

$r$  : 巾洞の半径 (mm) 、  $k_1$  : 巾洞の熱膨張率 ( $1/^\circ\text{C}$ ) 、  $E_1$  : 巾洞のヤング率 ( $\text{g/mm}^2$ ) 、  $d$  : ボビンに巻かれた弾性円筒材の厚さ (mm) 、  $k_2$  : ボビンに巻かれた弾性円筒材の熱膨張率 ( $1/^\circ\text{C}$ ) 、  $E_s$  : ボビンに巻かれた弾性円筒材のヤング率 ( $\text{g/mm}^2$ ) 、

## 【0005】

50 【作 用】以上の方程式には、温度変化に關係す

る全てのものの巻取り時の温度及び巻付け力、温度変化による直径や長さの変化、巻付け力による弾性変形量の変化、内部応力の変化等、線状体の巻の堅さに影響する全ての要件が織り込まれているので、巻取り時の温度、使用時(例えは伝送損失試験時)の温度が10度低下した場合にも弾性円筒材による線状体(光ファイバ素線)の円筒状の束に対する半径方向外方への支持力が零になることはない。すなわち、巻洞の温度変化に伴う外径の縮小分を弾性円筒材が補償して巻洞に対する線状体の巻付け力が零になることを防止する。したがって温度低下が10度以下では、温度変化に伴う巻洞の外径の縮小に関わらず巻緩みによる巻崩れを生じることはない。上記の作用の詳細を図1を参照しつつ現象的に説明すると、次のとおりである。線状体に張力を掛けたスponジ等の弾性円筒材の外周2が点線で示す2'まで圧縮される。この時巻洞の外周1も線状体の巻付け力によって圧縮されるが巻洞のヤング率は弾性円筒材よりも極めて大きいので、その圧縮量は弾性円筒材の圧縮量に比べて極めて小さい。巻取り時の温度に比して、搬送時等の温度が下がると、巻洞と弾性円筒材と弾性円筒材に巻かれた線状体はそれぞれの熱膨張率の割合で収縮する。線状体(光ファイバ)の熱膨張率k<sub>1</sub>は巻洞、弾性円筒材の熱膨張率k<sub>1</sub>、k<sub>2</sub>に比べて極めて小さいので、巻洞の外周が点線1'で示す位置まで収縮すると、これと共に弾性円筒材も熱収縮するが、線状体の締付け力によって大きく圧縮されていた弾性円筒材の内周が半径方向内方に弹性復元しながら巻洞外周の収縮に追従して、巻洞の熱収縮分を補償する。この弾性円筒材の半径方向内方に弹性復元によって弾性円筒材の線状体に対する支持力は減少するが、その熱膨張率k<sub>1</sub>が上記の式の関係を満たす限り、上記温度低下が10度以下では支持力が零になることはない。次いで上記式の根拠を図2を参照しつつ念のために説明する。巻洞の径、巻洞に巻かれた線状体(光ファイバ素線)の径の変化は、温度変化によるものと線\*

$$R = (r + d) - T / Ra \times (r / E_1 + d / E_2).$$

となる。これはRについての2次方程式であるから、これを解くと、

$$R = ((r + d) + \sqrt{(r + d)^2 - 4 T / a \times (r / E_1 + d / E_2)}) / 2.$$

となる。弾性円筒材の外周に巻取られた線状体が巻取り後の温度低下によって極端な巻崩れを生じないためには、熱収縮後の弾性円筒材の外周の半径が、熱収縮後の★

$$r \{1 - k_1 (t_0 - t)\} + d \{1 - k_2 (t_0 - t)\} >$$

$$\{R / (1 + T / S E_a)\} \times \{1 - k_3 (t_0' - t)\}.$$

となる。なお、この式において、t : 使用時温度(°C)、t<sub>0</sub> : 線状体巻取り時の巻洞の温度(°C)、t<sub>0'</sub> : 線状体巻取り時の線状体の温度(°C)、そこ

\* 状体の巻張力の変化によるものとある。線状体を巻取った時の巻洞の温度がt<sub>0</sub>からtに下がったとき、巻洞は収縮し、この収縮量は(k<sub>1</sub>r + k<sub>2</sub>d)(t<sub>0</sub> - t)である。温度t<sub>0'</sub>、巻張力T、巻き半径Rで巻取られた線状体の熱収縮の大きさはk<sub>3</sub>R(t<sub>0'</sub> - t)である。また線状体は張力Tで巻取られているので、この張力Tにより伸びた状態で巻取られている。巻洞が収縮することにより線状体の張力が小さくなり、張力が零になった時の張力緩和による巻径の縮小量は、R(1 - 1/(1 + T / S E<sub>a</sub>))となる。この式の根拠は次のとおりである。巻洞に巻付けた状態での線状体の半径R、一巻分の線状体の自由長さをL、張力T、伸びεとすると、2πR = L(1 + ε)。線状体の断面積をSとするε = σ / E = 1 / E × T / S。これから、L = 2πR / (1 + T / S E<sub>a</sub>)。T = 0の時線状体は自由長さになるので、この時の半径R' = L / 2π。半径の変化量R - R' = R - L / 2π = R - R / (1 + T / S E<sub>a</sub>) = R {1 - 1 / (1 + T / S E<sub>a</sub>)}。次にRについて説明する。線状体が巻洞に巻取られた状態での最内層の一層の巻半径が上記のRに当たる。幅aの線状体が張力Tで巻洞に巻付けられた時、巻洞の外周面に直接巻付けられた線状体によって巻洞外周面に垂直にかかる応力はT / Raとなる(これは従来よく知られた一般式であるので導きだされる根拠の説明は省略する)。この応力が弾性円筒材11の外周面にかかり、さらに巻洞10の外周面にかかっているので、この応力によって、巻洞10と弾性円筒材11はそれぞれ、r(1 - T / Ra E<sub>1</sub>)、d(1 - T / Ra E<sub>2</sub>)だけ圧縮されている。ただし、このdは弾性円筒材の自由状態での厚さである。自由状態でr + dの半径の弾性円筒材の外周面に張力Tで線状体12を巻きつけたとき、その半径がRになっているのであるから、

【数 5】

※ 【数 6】

※

40★線状体の張力が零になる線状体の巻径よりも大きいことが最低必要な条件である。この条件を式で表すと、

【数 7】

で、温度の低下を10度とすると、t<sub>0</sub> - t = 10であるから、

【数 8】

$$r(1 - 10k_1) + d(1 - 10k_2) > \\ (R / (1 + T / S E_s)) (1 - 10k_s).$$

となる。すなわち、弾性円筒材の熱膨張率  $k_s$  が上記の関係を満たすように、その材料を選択することによって卷取り温度よりも10度降下しても、この温度低下によって線状体の巻付け力が零になることはない。

## 【0006】

【実施例】次いで、具体的な一実施例について説明する。

卷洞について、ボビンの卷洞の半径  $150\text{ mm}$ 、材料：合成樹脂（名称 A B S樹脂）、熱膨張係数  $k_1 = 0.0001/\text{°C}$ 、ヤング率  $E_1 = 200\text{ kg/mm}^2$ 。弾性円筒材について、厚さ  $5\text{ mm}$  の帯状の弾性部材を卷洞に軽く巻付けたもの、材料：発泡樹脂（名称 発泡ポリエチレン）。熱膨張係数  $k_s = 0.0002/\text{°C}$ 、ヤング率  $E_s = 30\text{ g/mm}^2$ 。線状体について、光ファイバ素線の幅  $a = 1.1\text{ mm}$ 、実行断面積  $S = 0.049\text{ mm}^2$ 、この光ファイバ素線の熱膨張係数  $k_s = 0.000005/\text{°C}$ 、ヤング率  $E_s = 7300\text{ kg/mm}^2$ 、巻取り時の線状体の温度  $t_s = 25\text{ °C}$ 。巻取り条件について、巻取り時の卷洞の温度  $t_r = 25\text{ °C}$ 、巻取り張力  $T = 150\text{ g}$ 、巻取り長さ： $10\text{ km}$ 。試験結果について、以上の条件で巻取ったボビン10個用意し、これを巻取り温度より  $10\text{ °C}$  低い  $15\text{ °C}$  まで下げて、振動試験を行なった。その結果、巻崩れを生じたものは一つもなかった。比較対象としたボビン、上記と全く同じボビンの卷洞（弾性円筒材を巻付けないもの）と同じ線状体を\*

\*同じ条件で巻取ったものを10個用意し、これを巻取り温度より  $10\text{ °C}$  低い  $15\text{ °C}$  まで下げて、振動試験を行なった。その結果、巻崩れを生じたものは2個、巻崩れを生じなかつたものは8個であった。

## 【0007】

【効果】以上説明したとおり、搬送時、使用時の温度の温度を予想することによってその温度条件での巻緩み、巻崩れを確実に防止することができる。したがって、必要最低限の張力で光ファイバを巻取ることができ、これによって光ファイバ本来の伝送損失を正確に測定することができる等の効果を生じたものである。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の作用を説明するための説明図である。、

【図2】本発明の作用を説明するための説明図である。

## 【符号の説明】

1 · · · 卷洞の外周

1' · · · 卷洞の収縮したときの外周

2 · · · 弾性円筒材の外周

2' · · · 弾性円筒材が圧縮されたときの外周

10 · · · 卷洞

11 · · · 弾性円筒材

12 · · · 線状体

## 【数9】

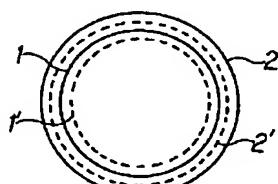
$$r(1 - 10k_1) + d(1 - 10k_2) >$$

$$(R / (1 + T / S E_s)) (1 - 10k_s).$$

## 【数10】

$$R = \{(r + d) + \sqrt{(r + d)^2 - 4T/a \times (r/E_1 + d/E_s)}\} / 2.$$

【図1】



【図2】

